

# Ueber die neuesten Fortschritte der Astrophotographie.

Von Paul Baltin, Photograph.

Als vor nunmehr 50 Jahren das die heutige Photographie bildende Prinzip der Entwicklungsfähigkeit latenter Lichteindrücke entdeckt wurde, erwachte auch bald der Gedanke, für wissenschaftliche Zwecke die immer subjectiv voreingenommene Netzhaut des Beobachters durch die objectiv auffassende photographische Platte zu ersetzen, und heute giebt es auf dem ganzen Gebiete der Naturwissenschaften wohl kaum einen Zweig, welcher die Photographie noch entbehren könnte.

Am längsten hat es gedauert, ehe diese Kunst in der astronomischen Wissenschaft eine wirkliche Geltung gewonnen hat, trotzdem erfolgreiche Versuche 40 Jahre zurückreichen und trotzdem seit Erfindung der empfindlichen und haltbaren Gelatinetrockenplatten die Hoffnungen eines glücklichen Erfolges auf das höchste gesteigert wurden.

Der Erfolg blieb aus, und in den weitaus meisten Fällen erreicht die Photographie in der Astronomie nicht entfernt die Leistungen des Auges. Gründe dafür sind hauptsächlich die Unruhe der Luft, welche die Bilder verzerrt, und dann die Lichtschwäche und Kleinheit der meisten coelestischen Objecte.

Es ist eine Errungenschaft der allerletzten Jahre, dass endlich in zwei Zweigen der Astronomie die Photographie eine Anwendung hat finden können, welche sie erst nützlich und unentbehrlich macht: in der Sterncatalogisierung der Gebrüder Henry, Paris, und in den spectralphotographischen Untersuchungen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam.

Beide Anwendungen der Lichtbildkunst haben Erfolge gezeitigt, welche das Auge in diesen Fällen niemals zu erbringen vermag und die Photographie mit einem Schlage zur unentbehrlichen Gehülfin der Sternkunde gemacht. Das grosse, durch die Gebr. Henry ins Leben gerufene internationale

Unternehmen der photographischen Sterncatalogisierung steht noch in seinen Anfängen und ist kaum über das Stadium der Vorarbeiten hinaus. Von diesen Vorarbeiten hat das Potsdamer Observatorium den schwierigsten Theil übernommen und mit bestem Erfolge zu Ende geführt. Es gehören dahin Untersuchungen über die Verzerrung der photographischen Schicht infolge der photographischen Manipulationen, welche ergeben haben, dass eine solche bei einiger Sorgfalt in merklicher Weise kaum stattfindet. Um aber ganz sicher zu gehen, beschloss man, den Platten vor der Entwicklung ein feines quadratisches Netz aufzucopieren, welches bei der Entwicklung mit erscheint, und damit eine genaue Controlle der Schicht ermöglicht. Die Herstellung dieser Gitter bot ungeahnte Schwierigkeiten, denn die Linien müssen sehr scharf und deutlich, und dabei doch so fein sein, dass sie auch die schwächsten Sterne nicht verdecken können. Es gelang Hrn. Dr. Scheiner, diese Aufgabe vollkommen zu lösen, und das Potsdamer Observatorium versorgt nun die anderen Sternwarten, welche sich an der genannten Arbeit betheiligen, mit diesen Gittern.

An dieser Stelle sollen uns nur die spectralphotographischen Arbeiten des Potsdamer Observatoriums beschäftigen, welche durchweg den Direktor dieses Institutes, Herrn Professor Dr. H. C. Vogel, zum Urheber haben (unter Assistenz des Herrn Dr. J. Scheiner) und in drei Categorien getheilt werden können:

1) Photogr. Aufnahme der Sternspectra zum Zwecke der Ausmessung der Linien zur Bestimmung der die Sterne bildenden Elemente resp. des Entwicklungsstadiums, in welchem sich die Sterne befinden.

2) desgl. in Verbindung mit dem Spectrum einer irdischen Lichtquelle zur Bestimmung der Eigenbewegung der Gestirne im Visionsradius.

3) Ermittlung der wahren Natur von veränderlichen resp. Doppel-Sternen.

Die Anwendung der Photographie auf die Spectralanalyse datiert bereits aus dem Anfang der sechziger Jahre. Anfangs begnügte man sich mit sehr bescheidenen Erfolgen, doch wuchsen dieselben in hohem Masse mit der enorm raschen Entwicklung der Photographie in den letzten Jahren. Vor drei Jahren machte Prof. Vogel den Versuch, Sternspectra photographisch aufzunehmen, die zur Erfüllung eines ganz be-

sonderen Zwecks einer sehr starken Dispersion unumgänglich bedurften. Dieser Versuch ist von einem durchschlagenden Erfolge begleitet gewesen auch ganz allgemein für die Erkenntnis der Fixsternspectra. Die genaue Untersuchung und Ausmessung der photographirten Sternspectra hat ergeben, dass die Genauigkeit, mit welcher in den Spectren der Sterne bis zur  $2\frac{1}{2}$ -Grössenklasse hinab die Wellenlängen der Linien gemessen werden können, etwa das zwanzigfache derjenigen beträgt, welche durch die besten bisherigen direkten Messungen im Spectroscope ermöglicht wurde. Die Anzahl der überhaupt messbaren Linien ist ungefähr in demselben Verhältniss gestiegen; es sind z. B. im Spectrum von Capella nahe an 300 Linien mit dieser Genauigkeit gemessen worden, und zwar auf einem verhältnismässig kleinen Theil desselben. Mit Uebergehung einiger Folgerungen, welche sich u. a. für die Entwicklungsgeschichte der Gestirne ergeben, möge erwähnt werden, dass im Spectrum einer grösseren Zahl von Orionsternen eine einem unbekanntem Stoffe angehörige Linie gefunden worden ist, die mit Ausnahme des Sterns Algol in keinem anderen helleren Sternspectrum vorhanden zu sein scheint. Dieselbe Linie kommt nun mit grosser Wahrscheinlichkeit im Orion-Nebel vor, und es ist damit ein physischer Zusammenhang zwischen einem weitausgedehnten Sternsysteme und einem grossen Nebel gefunden worden, der die jetzigen Ansichten über die Entfernung dieses Nebels beträchtlich modificiren dürfte.

Zur Charakterisierung der erreichten Genauigkeit darf noch bemerkt werden, dass die bisher von den Physikern vorgenommenen Ausmessungen der Spectra irdischer Elemente, insbesondere der Metalle, nicht genau genug sind, um einen sicheren Vergleich mit den photographirten Sternspectren zu erlauben.

Die ganzen bisher angedeuteten Erfolge, so erfreulich sie auch sind, dienen doch nur als Vorarbeit zu der grossen Hauptarbeit des Prof. Vogel: der Bestimmung der Fixsterne in der Gesichtslinie.

Es wird interessieren, vorerst einige allgemein verständliche Bemerkungen über das leitende Princip dieser Untersuchungen voranzuschicken.

Fährt man bei windigem Wetter in einem Dampfboot direkt gegen den Wellengang, so wird man offenbar im Zeitraum von beispielsweise einer Minute mehr Wellenkämme

passieren, als in derselben Zeit bei umgekehrter Fahrtrichtung, und die Wellen werden den Beobachter im ersten Fall kürzer im zweiten Fall länger erscheinen.

Eine ähnliche Erscheinung findet statt bei der Wellenbewegung der Luft, welche wir »Schall« oder »Ton« nennen, und bei der Wellenbewegung des sogenannten Aethers, welche uns als »Licht« erscheint.

Die Höhe eines Tones ist bekanntlich abhängig von der Anzahl Wellen oder Schwingungen, welche in einem bestimmten Zeitraum zu unserer Wahrnehmung kommen: je mehr Schwingungen in einer Sekunde, desto höher der Ton, je weniger Schwingungen, desto tiefer, und man sieht auch leicht ein, dass die Schwingungswellen des tieferen Tones räumlich länger sein müssen, als die des höheren Tones — wie man ja auch auf dem Wasser lange und kurze Wellen hat.

Angenommen nun, wir nähern uns einem tönenden Körper, etwa einer Orgelpfeife von 100 Schwingungen in der Sekunde, mit einer gewissen gleichförmigen Geschwindigkeit, so werden wir, wie bei der Fahrt gegen die Wellen des Wassers, einer grösseren Anzahl Tonwellen begegnen, als wenn wir ruhen oder uns gar von der Tonquelle entfernen. Es werden im ersten Falle z. B. 110, im letzten nur 90 Tonwellen zu unserer Wahrnehmung gelangen, d. h., der Ton wird uns im ersten Fall höher, im letzten Falle tiefer erscheinen, als er wirklich ist, und wenn wir an der Orgelpfeife vorbeieilen, so wird der Ton beim Passieren des tönenden Körpers aus der Höhe in die Tiefe umschlagen.

Ganz dasselbe findet statt, wenn wir selbst still stehen und der tönende Gegenstand sich bewegt, wie man sich auf der Eisenbahn leicht überzeugen kann.

Es ist auch leicht einzusehen, dass die Veränderung des Tones eine um so grössere sein wird, je schneller unsere oder seine Bewegung ist, dass sie am grössten ist, wenn wir uns der Tonquelle direkt zu- oder von derselben fortbewegen, dass sie um so geringer wird, je schräger die Bewegungsrichtung ist, und dass man, wenn die wahre Schwingungszahl des Tones sonst bekannt ist, aus der Veränderung desselben sowohl die Richtung als auch die Grösse der Bewegung leicht wird berechnen können.

Dieselben Erwägungen lassen sich nun auch auf die Wellenbewegung des Lichtes anwenden und werden nach

Doppler, der dieselben zuerst anstellte, das Doppler'sche Princip genannt (1842).

Nehmen wir z. B. an, dass sich uns eine Lichtquelle, welche nur grünes Licht aussendet, mit beträchtlicher Geschwindigkeit nähert, so werden uns die Lichtwellen kürzer erscheinen und die Farbe des Lichtes wird sich nach blau hin ändern; entfernt sich dieselbe Lichtquelle, so scheinen uns die Lichtwellen länger und die Farbe ändert sich nach roth; und hätten wir daneben eine stillstehende Lichtquelle von derselben Farbe, so würde jeder den Farbenunterschied bemerken und daraus auf die Bewegung des ersten Lichtes seine Schlüsse ziehen können. —

Man wird demnach einsehen, dass man, um die Bewegung eines Gestirnes zu constatieren, nur nöthig hat, sowohl sein Licht als auch das einer feststehenden Lichtquelle mit demselben Prisma in ihre Spectra zu zerlegen, sodass sich dieselben neben- oder übereinander projicieren. Nähert sich nun der Stern, so werden alle von ihm ausgesandten Lichtwellen kürzer erscheinen und sein ganzes Spectrumbild wird, mit dem Spectrum des ruhenden Lichtes verglichen, etwas nach dem Blau zu verschoben erscheinen, entfernt er sich, so tritt eine Verschiebung nach roth hin auf.

Zur Messung dieser Verschiebungen dienen die Fraunhofer'schen Linien, welche selbstverständlich an der Verschiebung Theil nehmen, in jedem Sternspectrum vorhanden sind und im Laboratorium vermittelt Geissler'scher Röhren jederzeit künstlich erzeugt werden können.

Das Arrangement bei den Beobachtungen besteht also ganz einfach darin, dass man im Innern des Fernrohres vor dem Spalt des Spectralapparates eine Geissler'sche Röhre (Wasserstoff) so anbringt, dass ihr Licht auf den Spalt des Apparates fällt und dann auf den Stern einstellt. Die künstliche Linie durchschneidet dann das Sternspectrum und fällt entweder mit der entsprechenden Linie desselben zusammen oder zeigt sich nach einer Seite verschoben. Aus Grösse und Richtung der Verschiebung wird dann die Bewegung des Sternes abgeleitet.

Es versteht sich, dass derartige Messungen, wie es auch seit Jahren versucht wurde, auch ohne Hülfe der Photographie mit dem Auge und Mikrometer ausgeführt werden können, doch zeigen sich die dem entgegnetretenden Schwierigkeiten so gross, dass einigermaßen zuverlässige Resultate auf diesem

Wege nie erzielt wurden, die Resultate waren durchschnittlich um  $\frac{1}{3}$  zu gross und ihre Genauigkeit sehr gering. Je grösser die Farbenzerstreuung, die Dispersion des Spectrums ist, desto grösser ist auch der absolute Werth der Linienverschiebung und daher desto leichter genau zu messen: in noch höherem Maasse nimmt aber dabei auch die Lichtintensität des Spectrums ab, sodass der durch grössere Dispersion erreichte Vortheil für das Auge illusorisch wird, nicht aber für die photographische Platte, bei welcher man es in der Hand hat, durch beliebig lange ausgedehnte Belichtungsdauer auch die schwächsten, dem Auge entgehenden Lichteindrücke zu fixieren.

Die Photographie leistet hier, was das Auge nie wird leisten können: sie giebt ein objektives, scharfes und bleibendes Bild der Linienverschiebung, dessen Ausmessung beliebig vorgenommen und beliebig kontrolliert werden kann.

Mit den in Potsdam zur Verfügung stehenden optischen Hilfsmitteln wird sich die Bewegung von etwa 55 helleren Sternen bestimmen lassen, bei etwa 18 derselben mit einer Genauigkeit von etwa  $\frac{1}{10}$  Meile, bei den übrigen mit einer etwas geringeren. Zur Probe mag mitgetheilt werden, dass sich bewegen in der Sekunde in Kilometern in der Richtung auf das Sonnensystem:

$\alpha$ Persei 11	$\gamma$ Geminorum 15
$\alpha$ Canis minoris 11	$\gamma$ Leonis 39
$\alpha$ Ursae minoris 26	$\alpha$ Bootis 8
$\alpha$ Cassopeiae 15	$\varepsilon$ Bootis 17
$\alpha$ Arietis 14	$\alpha$ Cygni 6
$\gamma$ Andromedae 12	$\gamma$ Cygni 6
$\beta$ Herculis 35	

Und in der Richtung vom Sonnensystem fort:

$\alpha$ Aurigae 25	$\beta$ Andromedae 12
$\alpha$ Tauri 49	$\beta$ Ursae min. 14
$\alpha$ Orionis 14	$\beta$ Geminorum 1
$\varepsilon$ Pegasi 8	

Dies sind natürlich nur die Bewegungskomponenten, welche in den Visionsradius fallen.

Es soll nach Abschluss der Messungen der Versuch unternommen werden, auf Grund des dann vorliegenden Catalogs die Bewegung unseres eigenen Sonnensystems nach Richtung und Grösse zu bestimmen. Eine sichere Ermittlung der Eigenbewegung des Sonnensystems wird auf Grund des vor-

liegenden Materials allerdings nicht auszuführen sein, da die Anzahl der beobachteten Sterne eine zu geringe ist. Die definitive Lösung dieser interessanten Aufgabe erfordert die Anwendung eines Rieseninstrumentes; mit einem Refraktor von der Grösse des Pulkowaer würde die Anzahl der benutzbaren Sterne um das siebenfache steigen, von 50 auf 400. Es muss der Zukunft überlassen bleiben, ob es dem Observatorium ermöglicht werden wird, diese nach dem Ausspruch eines hervorragenden Vertreters der Astronomie wichtigste Aufgabe der nächsten Jahrzehnte zu lösen.

Als eine von den Gelehrten des Observatoriums selbst nicht geahnte Frucht dieser Untersuchungen erfolgten vor kurzem zwei in der astronomischen Welt Epoche machende Entdeckungen, der sich ähnliche für die Zukunft anschliessen dürften: die Constatierung des Algolbegleiters ( $\alpha$  Persei) und das Auffinden der binären Natur des Sterns Spica ( $\alpha$  Virginis).

Es zeigte sich nämlich bei den Ausmessungen der Spectra dieser Sterne, dass die erhaltenen Zahlenwerthe ausserordentlich differierten und in unerklärlicher Weise schwankten, sodass die Sterne sich bald zu nähern, bald still zu stehen, bald sich zu entfernen schienen. Man fand, dass diese Schwankungen an eine bestimmte, kurze Periode gebunden waren, welche bei dem veränderlichen Stern Algol mit seiner Veränderlichkeitsphase übereinstimmte. Nun war die Erklärung bald gegeben: die untersuchten Sterne haben in der That eine eigene, der Zeit nach kurze, kreisförmige resp. elliptische Bahnbewegung, was nur möglich ist, wenn sie Doppelsterne sind.

Die Vermuthung, dass der Lichtwechsel Algols durch einen in sehr geringem Abstände umlaufenden, relativ dunklen Begleiter verursacht sei, ist schon alt; es schienen indessen dieser Annahme grosse theoretische Schwierigkeiten im Wege zu stehen — Bedenken wegen der Stabilität des Systems — auch haben früher in dieser Richtung unternommene oculare Spectralbeobachtungen ein bestimmtes Resultat nicht ergeben.

Die Potsdamer Spectralphotogramme lassen keinen Zweifel mehr zu: Algol bewegt sich in 68 Stunden mit einer Geschwindigkeit von 6 Meilen in der Sekunde um den Schwerpunkt des Systems, sein Begleiter hat etwa die doppelte Geschwindigkeit.

Unter Voraussetzung gleicher Dichtigkeit der Körper, sodass sich die Massen direkt verhalten wie Volumina, hat sich ergeben:

Durchmesser des Hauptsterns 230 000 geogr. Meilen,  
 » » Begleiters 180 000 » »  
 Entfernung der Mittelpunkte beider Körper 700 000 Meilen,  
 Bahngeschwindigkeit des Hauptsterns 5,7 Meilen,  
 » » Begleiters 12,0 »  
 Massen beider Körper  $\frac{4}{9}$  resp.  $\frac{2}{9}$  der Sonnenmasse.

Es geht auch aus den Lichtkurven hervor, dass die Körper mit grosser Atmosphäre umgeben sein müssen. Die Höhen derselben sind: für den Hauptstern 54 000 Meilen, für den Begleiter 42 000 Meilen. Der geringste Abstand der Atmosphäre beider Körper ist demnach 400 000 Meilen.

Die Entdeckung der binären Natur von  $\alpha$  Virginis ist insofern noch interessanter, als auf Grund anderweitiger Beobachtungen nicht die geringste Andeutung besonderer Eigen thümlichkeiten bei diesem Sterne vorlag. Das neue Doppelsternsystem hat grosse Aehnlichkeit mit dem Algolsystem. Der Umlauf wird in etwa 4 Tagen mit einer Geschwindigkeit von 12 Meilen für den Hauptstern vollendet. Der Abstand vom Schwerpunkt beträgt gegen 679 000 Meilen, die Masse des Systems ist  $2\frac{1}{2}$  Mal so gross als die Sonnenmasse. Beide Sterne stehen einander so nahe, dass man auch mit den mächtigsten Fernrohren dieselben niemals wird von einander trennen können.

Der durch diese Ergebnisse gewonnene Ausblick ist fast wichtiger, als die Anffindung eines derartigen Systems an sich, und es ist zu erwarten, dass das Potsdamer Observatorium, welches unter der Leitung seines Direktors Prof. Vogel jetzt unbestritten die Führung auf astrophysikalischem Gebiete in allen Ländern übernommen hat, mit gleichem Erfolge auf der betretenen Bahn fortschreitend, für die Zukunft noch weitere reiche Früchte dieser fruchtbaren Verbindung von Astronomie und Photographie ernten wird.

Es hat in neuerer Zeit auch nicht an Versuchen gefehlt, die Photographie der messenden Astronomie, zum Zwecke genauerer Zeitbestimmungen am Meridianinstrument, dienstbar zu machen, um dadurch die unvermeidlichen persönlichen Beobachtungsfehler zu eliminieren.

Im Decemberheft 1890 der Zeitschrift »Himmel und Erde« beschreibt S. Archenhold eine derartige Methode, welche den Engländer W. E. Wilson zum Urheber hat, in folgender Weise:

»Wird die photographische Platte in die Bildebene eines

fest aufgestellten Meridianinstruments unmittelbar hinter das Fadensystem gebracht, so wird der die Fäden passirende Stern auf der Platte eine Spur einzeichnen, die auf dem Negativ bei der Entwicklung als schwarze Linie erscheinen wird, falls der Stern von ausreichender Helligkeit ist. Ist nun Vorsorge getroffen, der Platte in jeder Sekunde abwechselnd eine kleine Auf- und Niederbewegung ertheilen zu können, so werden an Stelle der einen ununterbrochenen Spur zwei benachbarte unterbrochene Spuren des Sternes auftreten, bei denen jede abgebrochene Spur dem Wege des Sternes in einer Sekunde entspricht. Je weiter der Stern vom Himmelsäquator absteht, um so kleiner wird der Weg des Sterns in einer Sekunde. Die Auf- und Niederbewegung der Platte geschieht durch einen Elektromagneten, der direkt von der Hauptuhr gespeist wird. Nach dem Durchgang des Sterns wird durch eine einmalige kurze Belichtung der Objectivlinie eine Mitabbildung der Fäden erzielt. Es ist wohl ohne weiteres klar, dass hierdurch die Frage nach der Zeit des Sternantritts an einen Faden eine räumliche geworden ist, die in aller Ruhe durch lineare Messung an der Hand der photographischen Platte beantwortet werden kann. Trotz der grossen Empfindlichkeit der Trockenplatten neuester Fabrikation wird dieses Verfahren vorläufig nur für die helleren Sterne verwerthbar sein, und es ist ein glücklicher Zufall, dass gerade die helleren Sterne von der direkten Beobachtung wegen der Unschärfe des Bildes gemieden werden, sodass sich hier Beobachter und photographische Platte glücklich ergänzen.“

So lehrt uns die Photographie nicht nur das Nebeneinander, sondern auch das Nacheinander der Dinge erfassen. Sie hat uns bereits neue Nebel- und Sternenwelten erschlossen; sie hat, in Verbindung mit der Spectralanalyse, eine neue Epoche der Astronomie eingeleitet, die dunkle, unsichtbare Welten unserem Geiste sichtbar macht; sie hilft die Pforten, durch welche die grossen Gruppen des Naturerscheinungen in unser Bewusstsein einziehen, immer mehr erweitern.

### Literatur.

1. Ueber die Bestimmung der Bewegung von Sternen im Visionsradius durch spectrographische Beobachtung. Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 15. März 1888.

2. Ueber die auf dem Potsdamer Observatorium unternommenen Untersuchungen über die Bewegung der Sterne im Visionsradius vermittelt der spectrographischen Methode Astron. Nachrichten Bd. 121 [Erdbewegung].
  3. Im Berichte der Akad. der Wissenschaften zu Berlin vom 28. Nov. 1889 wird zum ersten Mal über Algol berichtet.
  4. Spectrographische Beobachtungen an Algol. Astronomische Nachr. Bd. 123.
  5. Ueber die Bahnbewegung von  $\alpha$  Virginis. Astronomische Nachr. Bd. 125.
  6. Ueber die Duplicität von  $\alpha$  Virginis. Abh. der Königl. Akademie der Wissenschaften vom 24. April 1890.
  7. Die Spectralanalyse der Gestirne, von Dr. J. Scheiner.
-

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Helios - Abhandlungen und Monatliche Mittheilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [8\\_1891](#)

Autor(en)/Author(s): Baltin Paul

Artikel/Article: [Ueber die neuesten Fortschritte der](#)

## [Astrophotographie 146-155](#)